المجال التعلمي رقم (01): التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة التعلمية الخامسة دور البروتينات في الاتصال العصبي

النشاط 2: آلية النقل المشبكي

1- مصدر كمون العمل : طور العلماء عدة تقنيات دقيقة مكنتهم من معرفة مصدر كمون العمل من بين هذه التقنيات تقنية patch-clamp : (لاحظ الوثيقة (1) ص130) :

أ) تقنية patch-clamp : تسمح هذه التقنية بإعطاء معلومات قيمة حول القنوات الغشائية المسؤولة عن توليد الكمون إثر تنبيه الخلية مباشرة أو انتقال النبأ إليها

تسمح هذه التقنية بعزل جزء من الغشاء يحتوي على قناة واحدة أو أكثر و دراسة التيارات الكهربائية الناتجة عن عملها

- الطرق المختلفة لعزل الغشاء :
  - عزل قناة غشائية واحدة دون فصلها عن الغشاء و دراسة التيارات التي تمر عبرها .
  - جعل محتوى الخلية باتصال مع الماصة المجهرية و بالتالي دراسة التيارات التي تمر عبر مختلف القنوات الغشائية .
  - عزل جزء من الغشاء الهيولي الذي يحتوي على قناة واحدة و دراسة التيارات التي تمر عبرها .

ب) تقنية تطبيق كمون مفروض على غشاء الليف العصبي : (لاحظ الوثيقة (2) ص131) :

1. كيفية فرض كمون معين على غشاء الليف العصبي :

يستوجب فرض كمون على جانبي الغشاء إلغاء أو تعديل الكمون الغشائي المقاس و ذلك بإرسال تيار كهربائي معين عبر إلكترود التزويد المتصل بهيولى الليف العصبي .

2. تحديد قيمة الكمون المطبق المفروض على الغشاء :

فرض كمون قدره 0 ميلي فولط على جانبي غشاء الليف العصبي يستوجب إرسال كمون (+75) ميلي فولط ليلغي الأول المقاس (-75) ميلي فولط .

ج) مصدر كمون العمل في الغشاء قبل المشبكي : (لاحظ الوثيقة (3) ص 132) :

نعزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكي الذي يحتوي على نوعين من القنوات بطريقة patch-clamp ونخضعه لكمون اصطناعي مفروض يحول الكمون الغشائي 0 ميلي فولط مثل ما هو مبين في المنحنى (أ) من الوثيقة (3) ، ثم نسجل التيارات التي تعبر الغشاء ضمن ظروف معينة ، النتائج ممثلة في تسجيلات الوثيقة (3) :

(هناك خطأ في الطبعة الأولى للكتاب ، حيث عُكس التسجيلين (2) وَ (3)) ، الصحيح هو :

- التسجيل (1) حالة عادية أثناء تطبيق الكمون المفروض .
- التسجيل (2) عن إضافة مادة مثبطة لـ NA^+ .
- التسجيل (3) عند إضافة مادة مثبطة لـ K^+ .

1. تحليل نتائج التسجيل (1) :
فرض كمون على جانبي الغشاء يولد نوعين من التيارات الأول داخلي و الثاني خارجي .
2. مقارنة التسجيلين (2) وَ (3) مع التسجيل (1) :
التيار الداخلي ناتج عن دخول شوارد NA^+ بينما نتج التيار الخارجي عن خروج شوارد الـ K^+ .
3. التيارات السابقة ناتجة عن قنوات فولطية و هي نوعان :
تيارات خاصة بشوارد الصوديوم NA^+ و أخرى خاصة بشوارد البوتاسيوم K^+.

- **مناقشة الوثيقة (4) ص 133 :**

1. تأثير الكمون المفروض على القنوات الفولطية :
- قبل فرض الكمون ، أي خلال الراحة تكون قنوات NA^+ وَ K^+ مغلقة .
- عند فرض الكمون تنفتح القنوات الفولطية لـ NA^+ بينما تكون قنوات K^+ مغلقة .
- وفي حالة عدم نشاط قنوات NA^+ تكون قنوات K^+ مفتوحة .
- عند انتهاء فرض الكمون تكون القنوات NA^+ وَ K^+ مغلقة .
- عند فرض الكمون غشاء معزول تنفتح أولا القناة الفولطية للصوديوم ثم تتبعها القناة الفولطية للبوتاسيوم .
2. هذه النتائج تعلل التسجيل (1) من الوثيقة (3) حيث :
- التيار الداخلي يعود لدخول شوارد NA^+ بعد انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية لـ NA^+.
- التيار الخارجي يعود لخروج شوارد K^+ بعد انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية لـ K^+ .

- **العلاقة بين كمون العمل و التيارات المسجلة :** هي أن مصدر كمون العمل هو تيارات داخلية و خارجية لشوارد الـ NA^+ وَ K^+ ناتجة عن تدخل قنوات مرتبطة بالفولطية .
- إن تسجيل كمون العمل في الغشاء قبل المشبكي ناتج عن تدفق الشوارد عبر هذه القنوات الفولطية .

د) **مصدر كمون العمل في الغشاء قبل المشبكي :**

- **مقر تأثير الأستيل كولين :**

تجربة (1) : (لاحظ الوثيقة (5) وَ (6) ص134) :

لمعرفة تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك نحقن في منطقة الإتصال العصبي العضلي مادة αbungarotoxine مشعة مستخلصة من الثعبان المبين في الوثيقة (5) ، أمّا الوثيقة (6) فتمثل صورة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة الإتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة αbungarotoxine مشعة و المحصل عليها بالتصوير الإشعاعي الذاتي .

1. يعود ظهور الإشعاع في الغشاء بعد المشبكي إلى تواجد مستقبلات غشائية على مستوى الغشاء بعد المشبكي مما يعلل تمركز الإشعاع .
2. إذا أعدنا التجربة السابقة بحقن الآلفا بنغاروتوكسين ثم حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي فإننا لا نسجل كمون عمل في الخلية بعد المشبكية بينما نسجل كمون عمل في تجربة مماثلة في غياب السم ، فالغشاء بعد المشبكي يحتوي على مستقبلات غشائية للأستيل كولين هي مصدر كمون العمل في الخلية بعد المشبكية .
3. يعود سبب شلل فرائس الثعبان المحقونة بالآلفا بنغاروتوكسين إلى تثبت السم على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين .

تجربة (2) : (لاحظ الوثيقة (7) ص135) :

تواجد الفلورة في الغشاء بعد المشبكي يدل على تثبيت الأجسام المضادة ضد مستقبلات الأستيل كولين ، كما تمثل هذه التقنية المبينة في الوثيقة بالتحقق من مقر تواجد هذه المستقبلات و المتمثل في الغشاء بعد المشبكي .

2- تأثير الأستيل كولين :

مصدر النبضات الكهربائية :

المرحلة (1) : (لاحظ الوثيقة (8) ص135) :

سعة التسجيل مرتبطة بشدة التنبيه أو كمية الأستيل كولين المحقون ، بحيث كلما زادت شدة التنبيه زادت سعة التيارات ، وبما أنّ حقن كميات متزايدة من الأستيل كولين يؤدي إلى نفس النتائج فإن الأستيل كولين هو المسبب لهذه التيارات في مستوى الغشاء بعد المشبكي .

المرحلة (2) : (لاحظ الوثيقة (9) وَ (10) ص136) :

1. في الوثيقة (9) ظهور الإشعاع الناتج عن تدفق شوارد الصوديوم المشعة يعود لتأثير حقن الأستيل كولين .
2. بمقارنة نتائج الوثيقة (9) و الوثيقة (10) نجد :

مصدر النبضات (التيارات) المسجلة في الشكل (2) يعود لتواجد قنوات غشائية خاصة يتحكم في عملها الأستيل كولين لتسمح بتدفق الشوارد عبرها .

3- أ) بنية المستقبلات الغشائية للأستيل كولين : (لاحظ الوثيقة (11) ص137) :

1. وصف بنية و طبيعة المستقبل الغشائي للأستيل كولين :

يتكون المستقبل الغشائي للأستيل كولين من 5 تحت وحدات بروتينية تخترق طبقتي الفوسفوليبيد للغشاء لعد المشبكي و مكونة في مركزها قناة .

2. المعلومة الإضافية : وجود موقعي تثبيت للأستيل كولين و كذلك وجود القناة مغلقة في غياب المبلغ الكيميائي (الأستيل كولين) .

ب) عمل المستقبلات الغشائية للأستيل كولين : (لاحظ الوثيقة (12) ص137) :

1. وضع البيانات المرقمة :

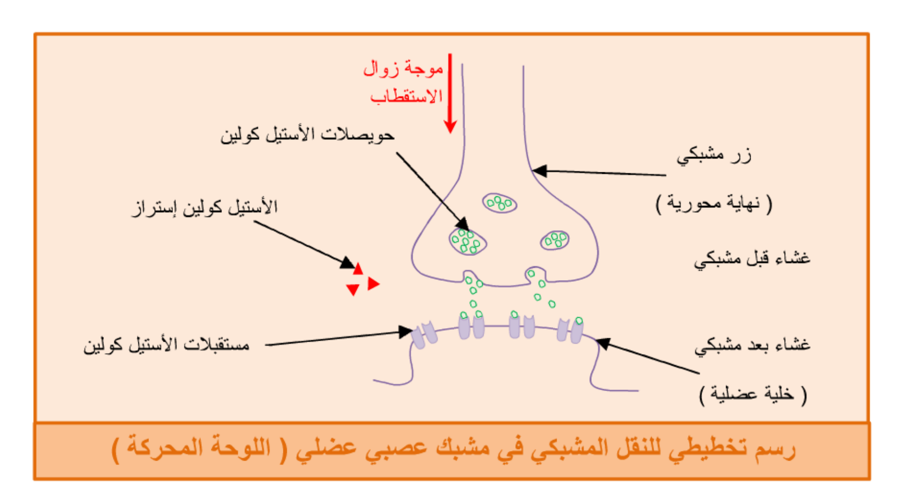
(1) ← أستيل كولين
(2) ← مستقبل غشائي للأستيل كولين .
(3) ← قناة أيونية مفتوحة .
(4) ← الشق المشبكي .
(5) ← سيتوبلازم الخلية بعد المشبكية .
(6) ← غشاء هيولي .
(7) ← قناة أيونية مغلقة .

2. تعمل هذه المستقبلات على مراقبة التدفق الداخلي لشوارد الصوديوم كما يلي :
   - في غياب الأستيل كولين تكون القناة مغلقة .
   - في وجود الأستيل كولين أي عند تثبيته على المستقبل الغشائي تكون القناة مفتوحة .
3. ومنه انفتاح هذه القناة مرتبط بتثبيت جزيئتي الأستيل كولين عليها ، لذلك تدعى بالقنوات الكيميائية أو المبوبة كيميائيًا .

❖ **مقارنة بين القنوات الفولطية و القنوات الكيميائية :**

- تتواجد القنوات الفولطية على مستوى غشاء الخلايا قبل المشبكية و بعد المشبكية ، أمّا القنوات الكيميائية فتتواجد على الخلايا بعد المشبكية في مستوى المشابك .
- عمل القنوات المرتبطة بالفولطية يتحكم في تغير الكمون الغشائي ، بينما يتحكم في عمل القنوات المرتبطة بالكيمياء مبلغ كيميائي .

❖ **رسم تخطيطي يبين دور المستقبلات الغشائية للأستيل كولين في حالة المنعكس العضلي :**



رسم تخطيطي للنقل المشبكي في مشبك عصبي عضلي (اللوحة المحركة)

الخلاصة:

إنّ كمون العمل المتولد عن تنبيه فعّال للعصبون ما هو إلا نتيجة للتغيرات السريعة للنفاذية الغشائية مسببة تدفق أيوني على جانبي غشاء العصبون .

يمتلك الغشاء بعد المشبكي مستقبلات من طبيعة بروتينية للأستيل كولين تراقب تدفق شوارد الصوديوم NA^{+} الداخلة .

عن موقع www.fanit-mehdi.com
البريد الإلكتروني: info@fanit-mehdi.com
الهاتف : 0774 07 85 49